دراسة خصائص الراحة الحرارية ونفاذية الهواء للزي الرياضي للفتيات بمدارس التعليم العام في المملكة العربية السعودية

بقلم

أ. بسمه الجحدلي
باحثة بجامعة الملك عبد العزيز بجدة

أ.د. رنا محبوب
أستاذ التصميم بجامعة الملك عبد العزيز بجدة.

DOI:
https://dx.doi.org/10.21608/IJDAR.2022.160228.1003

المجلة الدولية للتصاميم والبحوث التطبيقية
دورية علمية محكمة

المجلد (١). العدد (٣). أكتوبر ٢٠٢٢

P-ISSN: 2812-6238 **E-ISSN: 2812-6246**
https://ijdar.journals.ekb.eg/

الناشر
جمعية تكنولوجيا البحث العلمي والفنون
المشهرة برقم ٢٧١١ لسنة ٢٠٢٠، بجمهورية مصر العربية

دراسة خصائص الراحة الحرارية ونفاذية الهواء للزي الرياضي للفتيات بمدارس التعليم العام في المملكة العربية السعودية

إعداد

أ. بسمه الجحدلي
باحثة بجامعة الملك عبد العزيز بجدة

أ.د. رنا محبوب
أستاذ التصميم بجامعة الملك عبد العزيز بجدة.

المستخلص

أثناء ممارسة الرياضة والأنشطة البدنية تلعب الملابس دوراً مهماً في الراحة الحرارية لجسم الإنسان. فمن وظائف الملابس الرياضية المحافظة على التوازن الحراري للجسم في المناخ المختلف. تعمل الملابس على تبريد الجسم في البيئة الحارة، وذلك بأن تسمح الأقمشة بتبخر العرق وتبديد الحرارة. ولمواصلة الأداء الجيد والاستفادة من فوائد الرياضة المهمة للصحة الجسدية والعقلية يجب الحفاظ على مستوى الراحة للممارس.

بناءً على ذلك تهدف الدراسة إلى قياس مستوى الراحة الحرارية المتوفر في الزي الرياضي لطالبات التعليم العام بالمملكة العربية السعودية. تمت دراسة الخصائص الفيزيائية لعينات الأقمشة من ٤ مجموعات متوفرة في المتاجر، كل مجموعة مكونة من قميص وسترة وبنطال، ودراسة تأثيرها على الراحة الحرارية ونفاذية الأقمشة. وجد أن هيكل النسيج يؤثر بشكل كبير على المسامية ونفاذية الهواء. حيث أثبت هيكل البيكيه المزدوج أداءً أفضل من نسيج البيكيه المفرد والجرسيه المفرد، تميز بمساميته العالية ونفاذيته للهواء، مما سمح للنسيج بتبديد بخار الرطوبة بشكل جيد. أظهرت نتائج الاختبارات

المعملية ضعف أداء أقمشة السترة والبنطال في توفير مستوى جيد من خصائص الراحة الحرارية. يوصي البحث بالحرص على نوعية الأقمشة المستخدمة وتوفير خامات نسيجية ملائمة أكثر للملابس الرياضية.

الكلمات الرئيسية: الراحة الحرارية، نفاذية الهواء، المسامية، نفاذية بخار الماء، المقاومة الحرارية.

Study of Thermal Comfort and Air Permeability Properties of Sportswear Uniform for Girls Students in Saudi Arabia

Abstract:

Clothes play an important role in the human body's thermal comfort especially while exercising and doing physical activities. Sportwear aims to preserve the thermal balance of the body in different climates. In hot climates, clothes help the body temperature cool down, this is due to the fabric properties allowing sweat to evaporate and dissipating heat. And comfort must be maintained, to continue performing well and gain the important benefits of exercise for both physical and mental health. Accordingly, the study aims to measure the level of thermal comfort available in the sports uniform for female students in public schools in Saudi Arabia. A study has been conducted on the physical properties of four fabric samples available in the stores, and their effect on thermal comfort and the permeability of fabrics. Every sample consists of a shirt, a jacket, and pants. It was found that the structure of the fabric has a great impact on the porosity and air permeability. The study confirmed that the double pique structure proved to perform better than single piqué and single jersey, characterized by its high porosity and air permeability, which

used and to provide more suitable fabric materials for sportswear.

Keywords:

Thermal Comfort, Air Permeability, Porosity, Water-Vapor Resistance, Thermal Resistance.

allowed the fabric to dissipate moisture vapor well. According to laboratory tests, the jacket and pants fabrics have displayed poor performance in providing a decent level of thermal comfort properties. The research recommends being attentive to the quality of the fabrics

المقدمة ومشكلة البحث

تلعب الأنشطة البدنية دوراً مهماً في صحة الانسان، وممارستها بشكل جيد تكسبه فوائد بدنية وعقلية. يتمثل دور الفوائد البدنية في النمو السليم والوقاية من الأمراض. أما بالنسبة إلى الفوائد العقلية فهي تلعب دوراً إيجابياً في النفسية، فتُحسِّن النوم وتقلل الشعور بالقلق والاكتئاب، وترتبط أيضاً بتحسين الأداء المدرسي من خلال تحسين الوظائف الإدراكية للذاكرة. تستمر هذه الفوائد مع استمرار الانسان بممارسة النشاط البدني (Piercy et al., 2018). ذكرت منظمة الصحة العالمية مفهوم النشاط البدني على أنه كل حركة جسمية تؤديها العضلات الهيكلية، وتتطلب إنفاق كمية من الطاقة (Organisation, 2011).

أثناء ممارسة الأنشطة البدنية يزداد معدل النشاط الأيضي وبالتالي ينفق الجسم كمية من الطاقة، تخرج هذه الطاقة على شكل حرارة جافة وكامنة. تظهر الحرارة كأحد أشكال الطاقة التي تنطلق من نقطة ذات درجة حرارة مرتفعة إلى نقطة ذات درجة حرارة منخفضة. تعتمد في انتقالها من وإلى جسم الإنسان على كل من مصدر الحرارة، والبيئة المحيطة، والمادة الماصة للحرارة، ومدى الحماية من الحرارة (Fourt & Hollies, 1969). فيجب على جسم الإنسان أن يتخلص من الحرارة الزائدة بمعدل فقد مناسب ليحافظ على التوازن الحراري. بحيث يعتمد توازن حرارة الجسم على المناخ وكثافة التمرين

وخصائص الملابس والجوانب الفردية مثل حالة التدريب (Shishoo, 2015).

يتم نقل الحرارة من جسم الإنسان إلى البيئة المحيطة به عبر الملابس لكونها ملامسة لجسمه. فتعمل الملابس كحاجز للحرارة والرطوبة في الطقس البارد، يمنع هذا الحاجز الحراري فقدان حرارة الجسم. لكن في البيئات الحارة، يمكن أن تعيق الملابس تبخر العرق وتبديد الحرارة، فإذا لم يكن من الممكن موازنة الحرارة الناتجة عن طريق تبخر العرق أو فقدان الحرارة الجافة، سترتفع درجة حرارة الجسم الأساسية. مع زيادة تخزين حرارة الجسم وارتفاع درجة الحرارة الأساسية، سيكون أداء النشاط البدني ضعيفًا إلى حد كبير(Wang, 2011).

يتعين على الملابس الرياضية توفير الراحة لمرتديها، سواءً راحة فسيولوجية أو نفسية أو عصبية (Li & Wong, 2006). أحد أشكال الراحة الواجب توفرها في الملابس الرياضية هي الراحة الحرارية والتي يمكن وصفها بأنها "الراحة الناتجة عن التبادل الحراري والرطوبي بين جسم الإنسان والوسط المحيط به" (النحراوي، ٢٠١٩). تتعلق الراحة الحرارية الفسيولوجية بخصائص النقل للحرارة الجافة والكامنة من خلال النسيج، فيحدث نقل الحرارة الجافة عبر التوصيل الحراري والاشعاع والحمل الحراري، وتنقل الحرارة الكامنة عن طريق تبخر الرطوبة الناتجة من العرق (سونغ, ٢٠١٩).

تتأثر خصائص الراحة الحرارية في النسيج بشكل أساسي بتصميم النسيج، من حيث الألياف المستخدمة فيه وخصائص الغزل وهيكل البناء. تتحكم هذه الخصائص الفيزيائية في قدرة النسيج على مقاومة الحرارة وامتصاص الرطوبة وتبديدها بشكل مثالي، وكمية الهواء وبخار الماء المارة من خلاله (سونغ, ٢٠١٩).

من هذا المنطلق تكمن أهمية الحفاظ على الراحة الحرارية للطالبات أثناء ممارستهن للأنشطة البدنية للاستفادة منها بشكل كامل، من خلال دراسة خصائص الراحة الحرارية في الزي الرياضي المعتمد للتعليم العام في المملكة العربية السعودية والمتاح في الأسواق، تبحث هذه الدراسة عن قياس مستوى الراحة المتوفرة بها بناء على نتائج الاختبارات المعملية للنسيج

المستخدم في صناعتها. ويمكن صياغة مشكلة البحث في التساؤل التالي:

- ما مقدار الراحة الحرارية المتوفرة في الزيّ الرياضي المتاح تجارياً لطالبات التعليم العام في المملكة العربية السعودية؟

هدف البحث

- قياس مستوى الراحة الحرارية للزي الرياضي المتاح تجارياً.

أهمية البحث

- زيادة الوعي المعرفي بخصائص الراحة الحرارية للزي الرياضي.
- الوصول لنتائج تفيد في اختيار خامات نسيجية أكثر ملاءمة للزي الرياضي من حيث توفير أكبر قدر ممكن من الراحة الحرارية.

حدود البحث

الحدود المكانية: المملكة العربية السعودية.

الحدود الموضوعية: الزي الرياضي لطالبات التعليم العام.

أدوات البحث:

تشمل دراسة النسيج أربع مجموعات من الزي الرياضي الموحد المتاح تجارياً. يتكون الزي من ٣ قطع (قميص، بنطال، سترة). في كل طقم تم صناعة البنطال والسترة من نفس الخامة النسيجية، وتختلف خامة القميص عنهم. يوضح شكل ١رسم توضيحي للزي الرياضي محل العينة وايضاح تسمية المجموعات في جدول ١، بحيث تحتوي كل مجموعة على نوعين من القماش.

جدول ١ مواصفات العينات

	الخاصية / العينة	تكوين الألياف	الشكل البنائي
عينات أقمشة القميص	A1	قطن ١٠٠٪	بيكيه مفرد
	B1	قطن ١٠٠٪	بيكيه مزدوج
	C1	قطن ١٠٠٪	بيكيه مزدوج
	D1	قطن ٩٥,٥٪ - إيلاستين 4.5%	جرسيه مفرد
عينات أقمشة السترة والبنطال	A2	قطن 78.7% - إيلاستين 5.8% - بوليستر 15.5%	جرسيه مفرد
	B2	قطن 70.6% - إيلاستين 7.3% - بوليستر 22.1%	جرسيه مفرد
	C2	قطن 73.6% - إيلاستين 4.7% - بوليستر 21.7%	جرسيه مفرد
	D2	قطن 95.8% - إيلاستين 4.2%	جرسيه مفرد

شكل ١ رسم توضيحي للزي الرياضي للطالبات

منهجية البحث:

تم استخدام المنهج التجريبي في هذا البحث، حيث يعتمد على التجارب المعملية لاستخلاص النتائج العلمية في دراسة الخصائص الفيزيائية لأقمشة الملابس، وأيضاً خصائص الراحة الحرارية ونفاذية الهواء للزي الرياضي.

أولاً: الخصائص الفيزيائية

أولاً تم فحص الألياف المستخدمة لكل خامة نسيجية، للتأكد من النسب المئوية الدقيقة المكونة للنسيج بناءً على المواصفات القياسية التالية SASO ISO 1833 &AATCC 20&20A. وبعد تكييف العينات في جو قياسي ٦٥±٢٪ رطوبة نسبية ودرجة حرارة ٢٠±٢°C تم فحص الخصائص الفيزيائية، الكثافة الطولية للخيط وتسمى بنمرة الخيط بحسب المواصفة القياسية SASO ISO 7211-1 وقياس سمك النسيج بالمواصفة القياسية SASO ISO 5084 ووزن النسيج بالمواصفة القياسية SAS ISO 3801.

ثانيا: خصائص النفاذية

نفاذية الهواء

نفاذية الهواء هي معدل تدفق الهواء الذي يمر عبر سطح النسيج لكل وحدة مساحة عند ضغط معين. ترتبط نفاذية الهواء بنفاذية الماء وبخار الماء، حيث أن المادة المنفذة للهواء تسمح بمرور السوائل من خلاله (سونغ, ٢٠١٩). تم حساب نفاذية الهواء لعينات النسيج بواسطة جهاز FX3300 بناءً على المواصفة القياسية رقم (ISO9237, 1995).

المسامية

تم استخدام خوارزمية أوتسو OTSU في حساب مسامية النسيج، عن طريق تجزئة الصور

المجهرية بواسطة البرنامج المحوسب ToupView. تم التقاط الصور بمجهر ضوئي من نوع:

Trinocular.compound.LED.Microscope, Model.M8372L.series-OMAX

وباستخدام عدسة تكبير حجم X4، بحيث يتم احتساب مجموع متبقي القيمة التربيعية كما في معادلة ١ (محبوب, ٢٠١٨):

$$\sigma_w^2(T) = n_B(T)\sigma_B^2(T) + n_o(T)\sigma_o^2(T)$$

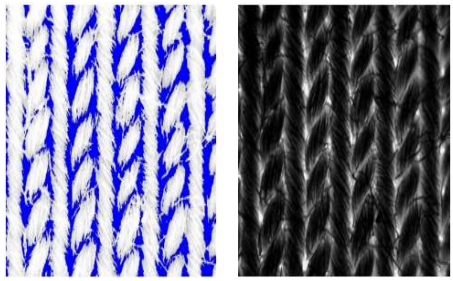
معادلة ١

حيث إن:

قيمة (T) = تجزئة الصورة (Pixels Threshold)

قيمة (σ_w^2) = فرق شدة التباين الأقل في خلفية الـ Pixels (Below, Threshold)

قيمة (σ_o^2) = فرق شدة التباين الأعلى في حدود الهدف الـ (Above, Threshold)



شكل ٢ صورة لإجراءات قياس مسامية الأقمشة عبر تجزئة الصور المجهرية بواسطة البرنامج المحوسب

ثالثا: الخصائص الحرارية

مقاومة بخار الماء:

يتم اختبار مقاومة الأقمشة لانتقال بخار الماء لمعرفة مدى قدرة النسيج على التنفس، من خلال السماح لبخار الماء بالوصول للهواء الخارجي. فإذا كانت غير منفذة تبقى الرطوبة عالقة بين الجلد والملابس مما يراكم الحرارة والاحساس بالبلل، مسببة شعوراً بالانزعاج وعدم الراحة (سونغ, ٢٠١٩). تم اختبار مقاومة بخار الماء (Ret) لعينات النسيج باستخدام لوح التسخين المحمي لإفراز العرق بدرجة حرارة ٣٥ C° وسرعة هواء ١م/ث، والرطوبة النسبية للهواء عند ٤٠٪ بناء على المواصفة القياسية ISO 11092. التدفق الحراري المطلوب للحفاظ على ثبات درجة حرارة الصفيحة هو مقياس لمعدل تبخر الماء (ISO11092, 1993).

المقاومة الحرارية:

يحدث انتقال الحرارة من خلال النسيج عن طريق التوصيل عبر الألياف والهواء المحبوس وعن طريق الإشعاع (Das & Alagirusamy, 2010). تعتمد آلية المقاومة الحرارية في قدرتها منع تدفق الحرارة من خلال النسيج على سمك

النسيج ووزنه ونوع الألياف وخواص الغزل وبنية النسيج ومسامية النسيج والتوصيل الحراري ونفاذية الهواء. في البيئة الحارة تكون المقاومة الحرارية المنخفضة ضرورية للسماح للحرارة بالتدفق من الجسم إلى البيئة الخارجية (Majumdar, Mukhopadhyay, & Yadav, 2010).لإيجاد قيمة المقاومة الحرارية تم حساب التوصيل الحراري لعينات النسيج أولاً، بواسطة جهاز (TCI- C therm) بناءً على المواصفة القياسية (ASTMD7984, 2021).

وأوجدت قيمة المقاومة الحرارية بواسطة المعادلة (Oğlakcioğlu & Marmarali, 2007):

$$R_{cT} = \frac{h}{\lambda}$$

معادلة ٢

حيث إن R_{cT} هي المقاومة الحرارية للنسيج بوحدة قياس (m^2K/W)

و h هو سمك النسيج بوحدة قياس (m)

و λ هو قيمة التوصيل الحراري للنسيج بوحدة قياس (W/mK)

النتائج والمناقشة:

يوضح جدول ٢ نتائج الاختبارات الفيزيائية لأقمشة الملابس الرياضة المختارة والمستخدمة في البحث. نجد أن أقمشة القمصان تعتمد بشكل كبير على ألياف القطن الخالصة ماعدا عينة D1 التي اشتملت على نسبة بسيطة من ألياف الإيلاستين elastane (خطأ! لم يتم العثور على مصدر المرجع.). بالنسبة لتكوين ألياف أقمشة السترة والبنطال فكانت من مخلوط ألياف القطن والبوليستر والإيلاستين، باستثناء العينة D2 التي لم يدخل في تكوينها ألياف البوليستر.

يتأثر كل من وزن النسيج وسمكه بنمرة الخيط وهيكل النسيج البنائي، وبالتالي تؤثر على المسامية ونفاذية الهواء والخصائص الحرارية للنسيج. نجد هنا بأن قماش العينة D1 كان الأقل سمكاً ومع ذلك الأقل مسامية؛ بسبب هيكل الجرسيه المفرد المحكم، وتتميز هياكل البيكيه المزدوج بمسامية عالية (Kane, Patil, & Sudhakar, 2007). أما في أقمشة السترة والبنطال كانت العينتين B2 وD2 الأقل سمكاً، والأفضل في المسامية.

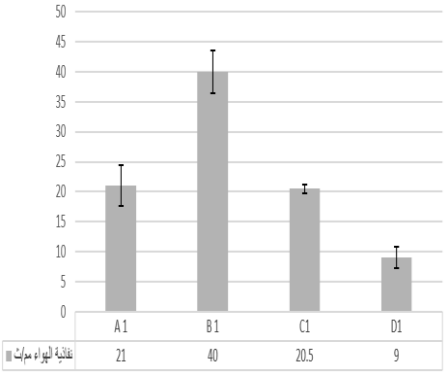
جدول ١ الخصائص الفيزيائية لأقمشة العينات

العينة / الخاصية	الكثافة الطولية للخيط "نمرة الخيط" (تكس)	وزن المتر المربع (جم/م٢)	سمك القماش (مم)	المسامية (بكسل/مم٢)
A1	١٨,٦	١٧٨	٠,٦٥	250.27
B1	١٩	١٩٨	٠,٧٦	511.97
C1	١٩,٥	١٩٢	٠,٧٣	400.07
D1	١٥,٩	١٩٠	٠,٥٤	242.39
A2	١٦	٢٨٠	٠,٧٢	37.13
B2	٢٠	٢٣٥	٠,٦٧	97.36
C2	١٩,٧	٢٢٨	٠,٦٧	103.40
D2	٢٠,٦	٢٧٥	٠,٨١	41.49

نفاذية الهواء

يظهر لنا شكل قيم نفاذية الهواء لعينات القمصان فنجد أن العينة B1 كانت الأكثر نفاذية للهواء بمقدار ٤٠ مم/ث؛ يرجع السبب إلى هيكلها الذي يوفر أكبر حجم للمسامات. بشكل عام، ذكر (Assefa & Govindan, 2020) بأن هيكل البيكيه يوفر نفاذية ممتازة للأقمشة بسبب غرزته المفتوحة.

حصلت العينة D1 على أقل قيمة في نفاذية للهواء؛ بسبب هيكلها الجرسيه المفرد كما أشارت الدراسات من قبل بانخفاض نفاذيته للهواء مقابل أقمشة هيكل البيكيه (Kane et al., 2007).

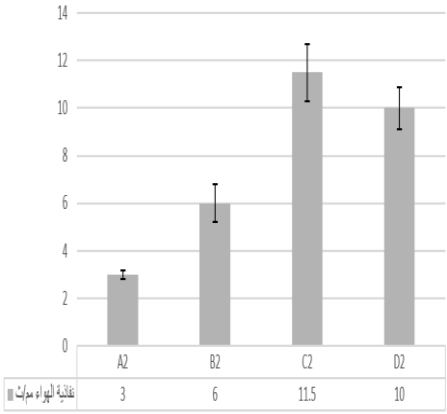


شكل ٣ قيم نفاذية الهواء لعينات أقمشة القمصان

يوضح شكل ٤ قيم نفاذية الهواء لأقمشة البنطال، فكانت أعلاهم نفاذيةً للهواء العينة

C2 بمقدار ١١,٥ مم/ث. حيث تشكل هذه العينة النتيجة الأفضل لمرور الهواء من خلال القماش، وقد يرجع السبب في ذلك لمساميتها العالية بسبب احتوائها على نسبة أكبر من ألياف البوليستر في تكوينها كما ظهر في نتائج دراسة (Özdil, Boz, Unal, & Mengüç, 2014). العينة A2 كانت الأقل نفاذيةً للهواء بمقدار ٣ مم/ث؛ بسبب وزنها وسمكها المرتفع مما قلل من مساميتها كما ذكرت (Tashkandi, 2014) في نتائج بحثها.

سجلت العينة D2 نفاذية مقدارها ١١ مم/ث، على الرغم من انخفاض مساميتها بسبب تكوينها من ألياف القطن والإيلاستين وذات نمرة خيط كبيرة مقارنة بباقي العينات لا نجد سبب لارتفاع نفاذيتها للهواء. أيضاً النفاذية في العينة B2 كانت منخفضة على عكس مساميتها المرتفعة حيث كانت بمقدار ٦ مم/ث.



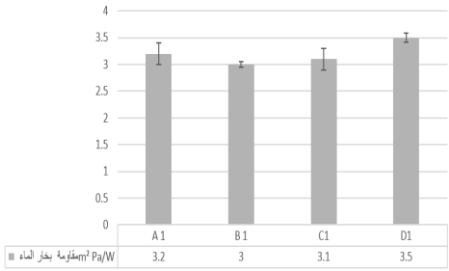
شكل ٤ قيم نفاذية الهواء لعينات أقمشة السترة والبنطال

مقاومة بخار الماء

تزداد قدرة الأقمشة على التنفس عند قدرتها على السماح لبخار الماء بالوصول إلى الهواء المحيط. القيمة الأقل لمقاومة بخار الماء تكون الأفضل للملابس الرياضية (سونغ, ٢٠١٩).

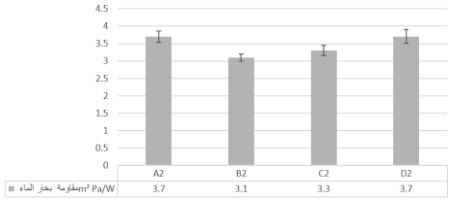
يستعرض شكل ٥ نتائج اختبار مقاومة بخار الماء لأقمشة القمصان. فنجد أن العينة B1 الأفضل في نقل بخار الماء بمقاومة مقدارها ٣ m^2 Pa/W؛ بسبب هيكلها المفتوح ومساميتها العالية مما يسمح بمرور الرطوبة عبر مسامه. يليها العينتين C1 وA1 بمقدار مقاومة متقارب يقدر بـ(٣,١ m^2 Pa/W، ٣,٢ m^2 Pa/W) على التوالي. في حين أن العينة D1 سجلت قيمة

المقاومة لبخار الماء الأعلى؛ ويرجع السبب في ذلك إلى هيكلها المحكم "الجرسيه المفرد".



شكل ٥ قيم مقاومة بخار الماء لعينات أقمشة القمصان

نتائج مقاومة بخار الماء لأقمشة البنطال في شكل ٦ ظهر بأن العينة B2 أيضاً هي الأفضل، بمقاومة مقدارها ٣,١ m² Pa/W حيث كانت العينة B2 تحتوي على أقل قدر من القطن وأكبر قدر من البوليستر والإيلاستين وذات مسامية جيدة. يليها العينة C2 بمقدار ٣,٣ m² Pa/W، حيث كانت ذات مسامية جيدة أيضاً. في حين أن العينتين A2 وD2 قدرت مقاومتها لبخار الماء بـ ٣,٧ m² Pa/W لكلتيهما، على أن العينة D2 لا تحتوي على ألياف البوليستر وA2 احتوت على ألياف البوليستر، ولكن كانتا العينتين ذات المسامية المنخفضة.

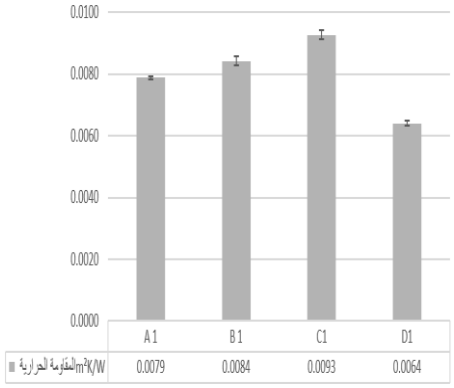


شكل ٦ قيم مقاومة بخار الماء لعينات أقمشة السترة والبنطال

المقاومة الحرارية

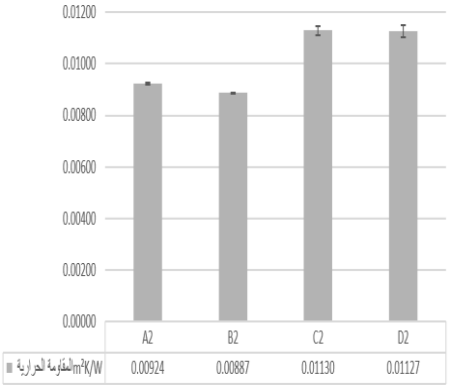
تظهر نتائج المقاومة الحرارية متقاربة جداً في أقمشة القمصان، بسبب تكوينها الأساسي من ألياف القطن. والتأثير الأساسي كان بسبب سمك النسيج، في شكل ٧ نجد أن الأقل مقاومة للحرارة هي العينة D1 بسبب سمكها الأقل. بالنسبة إلى العينتين B1 وC1 ذات هيكل البيكيه المزدوج، حصلت على القيمة الأعلى في المقاومة الحرارية، وذلك لأن سمكها أكبر من سمك نسيج البيكيه المفرد والجرسيه المفرد. يمكن أن نقارن تأثير نفاذية الهواء على المقاومة الحرارية بين العينتين B1 وC1 لأنها بنفس الهيكل البنائي. فنجد أن العينة B1 سجلت قيمة أقل في المقاومة الحرارية من العينة C1؛ بسبب نفاذيتها الأعلى والتي تقدر كلاً منهما بـ (٤٠ مم/ث و٢٠,٥ مم/ث) على التوالي، يتوافق هذا مع دراسة

(حلمي, ٢٠٢١) بتأثير نفاذية الهواء العكسي على المقاومة الحرارية.



شكل ٧ قيم المقاومة الحرارية لعينات أقمشة القمصان

يوضح شكل ٨ قيم المقاومة الحرارية لأقمشة السترة والبنطال، بشكل عام القيم متقاربة جداً لأنها ذات تكوين نسيجي متشابه من ناحية الألياف والهيكل البنائي، ولكن كما يظهر في الرسم البياني فإن العينة B1 كانت ذات المقاومة الأقل للحرارة؛ يرجع السبب في ذلك إلى سمكها الأضعف واحتوائها على النسبة الأكبر من ألياف البوليستر في تكوينها، حيث أن ألياف البوليستر تقلل من مقاومة النسيج الحرارية (حلمي, ٢٠٢١).



شكل٨ قيم المقاومة الحرارية لعينات أقمشة السترة والبنطال

من خلال نتائج الاختبارات المعملية أظهرت أقمشة القمصان مستوى جيد في نفاذية الهواء ومقاومة بخار الماء، ولتحسين مستوى المقاومة الحرارية يمكن تقليل سمك النسيج عبر تخفيض نمرة الخيط أو استخدام ألياف البوليستر حيث إنها تقلل من المقاومة الحرارية للأقمشة. بالنسبة إلى أقمشة السترة والبنطال أظهرت ضعفاً في الأداء في اختبارات الراحة الحرارية، من ناحية نفاذيتها للهواء وبخار الماء وأيضاً المقاومة الحرارية. يمكن تفادي ذلك باستخدام الألياف الدقيقة في الخامة النسيجية مما يقلل من سمك ووزن النسيج (Jhanji, 2021).

الخلاصة:

توصل البحث إلى نتائج تفيد في معرفة مستوى الراحة الحرارية التي توفره الملابس الرياضية للطالبات، وحصلت المجموعة B متمثلة في القميص والبنطال والسترة على أفضل القيم في نفاذية الهواء وبخار الماء، ونتائج جيدة في المقاومة الحرارية. توضح النتائج الارتباط العكسي بين نفاذية الهواء ومقاومة بخار الماء، أي أن ارتفاع نفاذية الهواء للنسيج تقلل من مقاومته لبخار الماء مما يعني السماح بمرور الرطوبة إلى الهواء الخارجي بشكل أفضل. أيضاً ترتبط نفاذية الهواء والمقاومة الحرارية بعلاقة عكسية، بحيث كلما ازدادت نفاذية النسيج للهواء قلت مقاومته للحرارة. يعتبر ذلك جيد للظروف البيئية الحارة. أظهرت نتائج الاختبارات المعملية فاعلية هيكل النسيج المحبوك "البيكيه المزدوج" ومساميته العالية وبالتالي نفاذية الهواء وبخار الماء بشكل أفضل من نسيج البيكيه المفرد والجرسيه المفرد. وأخيراً يمكن الاستنتاج أن عينات البيكيه المزدوج والبيكيه المفرد مناسبة لمستوى النشاط في ظروف الطقس الحار والرطب، بينما أقمشة الجيرسيه المفرد ذات المسامية القليلة لا تناسب النشاط البدني في هذا الطقس.

المراجع:

النحراوي, السيده خيري عفيفي السيد (٢٠١٩): تأثير التراكيب البنائية المختلفة لاقمشة التريكو القطنية المخلوطة على خواص الأداء الوظيفي للملابس الرياضية. مجلة البحوث في مجالات التربية النوعية.

حلمي, مروج فيصل (٢٠٢١): التحقق من خصائص الراحة الحرارية للأقمشة المستخدمة في العباءة الرياضية- باستخدام المانيكان الحراري. رسالة ماجستير, جامعة الملك عبدالعزيز, جدة.

سونغ, غوين (٢٠١٩): تحسين الراحة الملبسية. جدة: مركز النشر العلمي- جامعة الملك عبدالعزيز.

محبوب, رنا (٢٠١٨). دراسة مسامية الأقمشة المنسوجة باستخدام خوارزمية أتسو OTSU. مجلة عالم التربية.

Assefa, Alemayehu, & Govindan, Nalankilli (2020): Physical properties of single jersey derivative knitted cotton fabric

with tuck and miss stitches. Journal of engineered Fibers and Fabrics, 15, 1558925020928532 .

ASTMD7984. (2021): Standard Test Method for Measurement of Thermal Effusivity of Fabrics Using a Modified Transient Plane Source (MTPS) Instrument. ASTM International.

Das, Apurba, & Alagirusamy, R (2010): Science in clothing comfort: Woodhead Publishing India Pvt Limited.

Fourt, Lyman, & Hollies, Norman R. (1969). *The comfort and function of clothing*. Retrieved from

ISO9237. (1995): Textiles — Determination of the permeability of fabrics to air. International Organization for Standardization.

ISO11092. (1993): Textiles - Physiological effects - Measurement of thermal and water-vapour resistance under steady-state conditions (sweating guarded-hotplate test). International Organization for Standardization.

Jhanji, Yamini (2021): Sportswear: Acumen of Raw Materials, Designing, Innovative & Sustainable Concepts .

Kane, CD, Patil, UJ, & Sudhakar, P (2007): Studies on the influence of knit structure and stitch length on ring and compact yarn single jersey fabric properties. Textile Research Journal, 77(8), 572-582 .

Li, Yan, & Wong, Anthony SW (2006 :(Clothing biosensory engineering: Woodhead Publishing.

Majumdar, Abhijit, Mukhopadhyay, Samrat, & Yadav, Ravindra (2010): Thermal properties of knitted fabrics made from cotton and regenerated bamboo cellulosic fibres. International Journal of Thermal Sciences, 49(10), 2042-2048 .

Organisation, World Health (2011): Global Recommendations on Physical Activity for Health – 5-17 years old. Retrieved from https://www.who.int/dietphysicalactivity/physical-activity-recommendations-5-17years.pdf

Özdil, Nilgün ,Boz, Serkan, Unal, Zümrüt Bahadir, & Mengüç, Gamze Süpüren (2014): Properties of the knitted upper clothes used by primary school children/Proprietatile confectiilor tricotate purtate în partea superioara a corpului de catre elevii de scoala primara. Industria Textila, 65(5), 287 .

Piercy, Katrina , Troiano, Richard , Ballard, Rachel , Carlson, Susan , Fulton, Janet , Galuska, Deborah , George, Stephanie , & Olson, Richard (2018): The physical activity guidelines for Americans. Jama, 320(19), 2020-2028 .

Shishoo, R. (2015): Textiles for Sportswear: Elsevier Science.

Tashkandi, S (2014): An investigation of thermal comfort properties of abaya under heat stress .

Wang, Faming (2011): Clothing Evaporative Resistance: Its Measurements and Application in Prediction of Heat Strai .